

Abgabe: 30. Mai 2022

Serie 12

Aufgabe 1: Kreisprozesse

Abbildung 1 zeigt drei verschiedene Kreisprozesse A, B und C eines idealen ein-atomigen Gases. Die Gasmenge sei konstant und in allen drei Fällen identisch. Die Punkte 1 bis 4 zeigen jeweils charakteristische Zustände der Kreisprozesse an. Es sei T_X^i die Temperatur für den Kreisprozess X am Punkt i. Weiterhin seien $Q_X^{i \rightarrow j}$ die dem System zugeführte Wärme, $W_X^{i \rightarrow j}$ die am System verrichtete Arbeit und $\Delta U_X^{i \rightarrow j}$ die Änderung der inneren Energie beim Übergang von Zustand i zu Zustand j. Die Pfeile geben an, in welche Richtung die Kreisprozesse jeweils ablaufen.

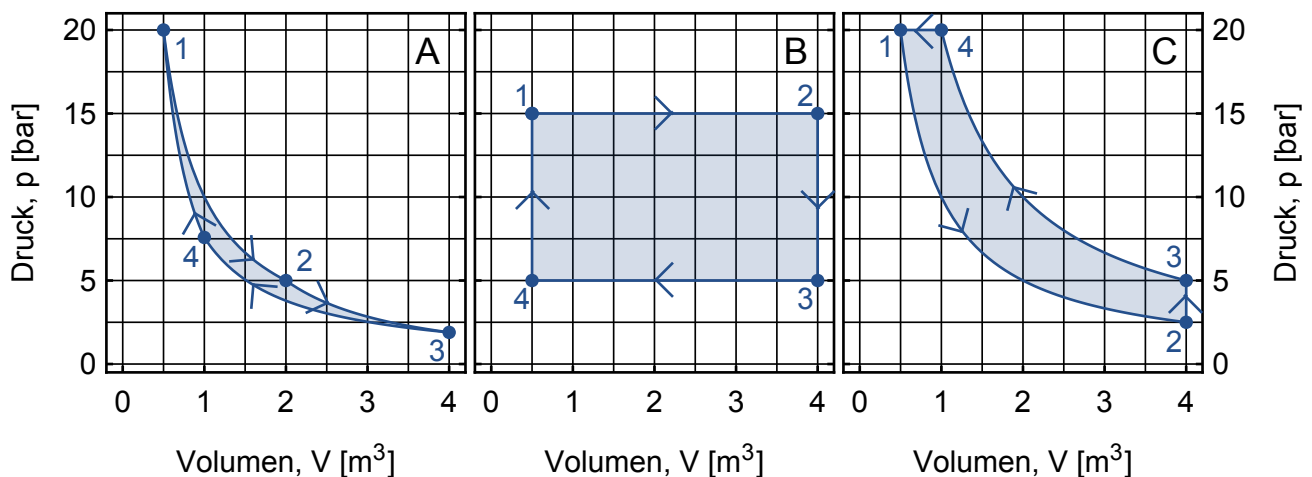


Abbildung 1: Darstellung dreier möglicher Kreisprozesse A, B, und C eines idealen Gases konstanter Teilchenzahl.

- Die Temperatur am Punkt (1) im Kreisprozess A sei 300 K. Berechnen Sie die Stoffmenge \tilde{n} des Gases. Benutzen Sie dazu die in den Graphen angegebenen Drücke und Volumina.
- Berechnen Sie die Temperaturen T_B^i ($i = 1, 2, 3, 4$) der vier charakteristischen Zustände des Kreisprozesses B.
- Berechnen Sie die Änderung der inneren Energie im Kreisprozess C in den Schritten $3 \rightarrow 4$ und $4 \rightarrow 1$.
- Beim Kreisprozess A gilt beim Übergang von (2) nach (3)
 - ☐ $W_A^{2 \rightarrow 3} > 0$.
 - ☐ $W_A^{2 \rightarrow 3} = 0$.
 - ☐ $W_A^{2 \rightarrow 3} < 0$.

e) Für den Kreisprozess B gelten beim Übergang von (3) nach (4)

- ☐ $Q_B^{3 \rightarrow 4} < 0$ und $W_B^{3 \rightarrow 4} > 0$.
- ☐ $Q_B^{3 \rightarrow 4} < 0$ und $W_B^{3 \rightarrow 4} < 0$.
- ☐ $Q_B^{3 \rightarrow 4} > 0$ und $W_B^{3 \rightarrow 4} > 0$.
- ☐ $Q_B^{3 \rightarrow 4} > 0$ und $W_B^{3 \rightarrow 4} < 0$.

Aufgabe 2: Kreisprozess [$\Sigma 12$]

Der in Abbildung 2 gezeigte Kreisprozess eines idealen, ein-atomigen Gases mit Stoffmenge \tilde{n} bestehe aus je zwei adiabatischen und zwei isochoren Prozessabschnitten. Der Kreisprozess werde ermöglicht durch kontrollierte Kopplung an ein einzelnes Wärmereservoir konstanter Temperatur T_{res} . Die Temperatur des Gases bei den Punkten 1 und 3 sei identisch $T_1 = T_3 = T_{\text{res}}$.

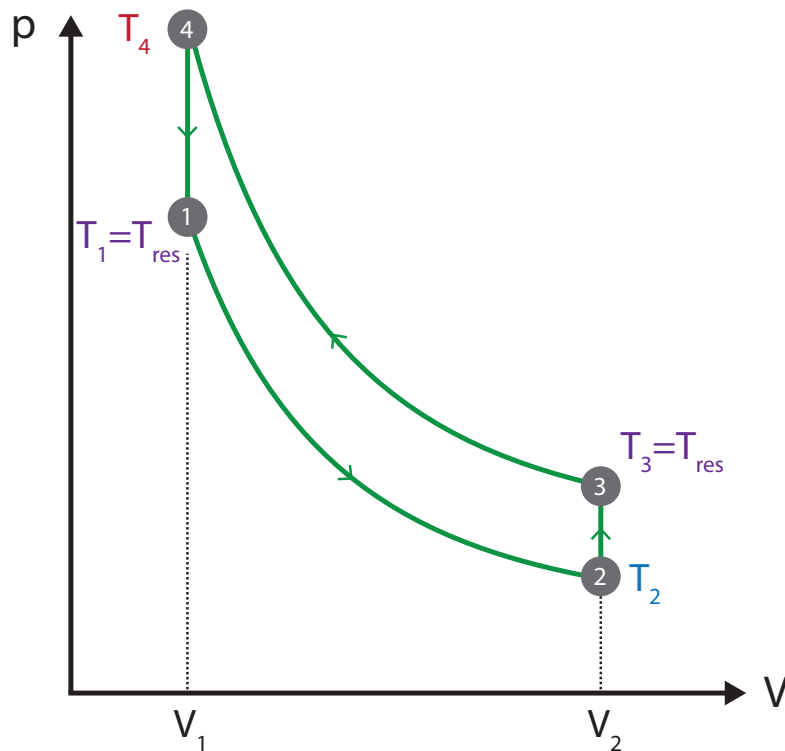


Abbildung 2: Abbildung des Kreisprozesses im Druck-Volumen-Diagramm.

a) Geben Sie mit obigen Angaben den numerischen Wert für den Adiabatenkoeffizienten κ sowie einen Ausdruck für die innere Energie U_1 des Gases am Punkt 1 an.

Hinweis: Verwenden Sie den Gleichverteilungssatz. [2]

b) Bestimmen Sie die Temperaturen des Gases T_2 und T_4 an den jeweiligen Punkten 2 und 4 in Abhängigkeit von T_{res} , V_1 und V_2 . [3]

Hinweis: Bei einem adiabatischen Prozess bleibt die Grösse $TV^{\kappa-1}$ konstant.

c) Wieviel Arbeit $W_{1 \rightarrow 2}$ leistet die Umgebung an dem Gas auf dem Prozessabschnitt von Punkt 1 nach 2? Welches Vorzeichen hat die am Gas geleistete Arbeit während eines gesamten Zyklus des Kreisprozesses (qualitative Begründung genügt)? [4.5]

- d) Bestimmen Sie die vom Wärmereservoir an das Gas abgegebene Wärmemenge $Q_{2\rightarrow 3}$ auf dem isochoren Prozessabschnitt von Punkt 2 nach 3. [2.5]

Aufgabe 3: Stirling-Maschine

Wir betrachten eine Wärmekraftmaschine mit einem idealen Gas als Arbeitsmedium. Der Kreisprozess nach Stirling enthält folgende vier Schritte:

- 1) Isotherme Expansion.
- 2) Isochore Abkühlung (konstantes Volumen).
- 3) Isotherme Kompression.
- 4) Isochore Erwärmung (konstantes Volumen).

Zeichnen Sie ein pV -Diagramm. Bestimmen Sie die während eines Zyklus ausgetauschte Wärme und die geleistete Arbeit. Wie groß ist der Wirkungsgrad der Stirling-Maschine?